

W1118 EF

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-268056

(43)Date of publication of application : 28.09.2001

(51)Int.Cl.

H04J 14/00

H04J 14/02

H01S 3/10

H04B 10/02

H04B 10/18

H04B 10/17

H04B 10/16

(21)Application number : 2000-084705

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 22.03.2000

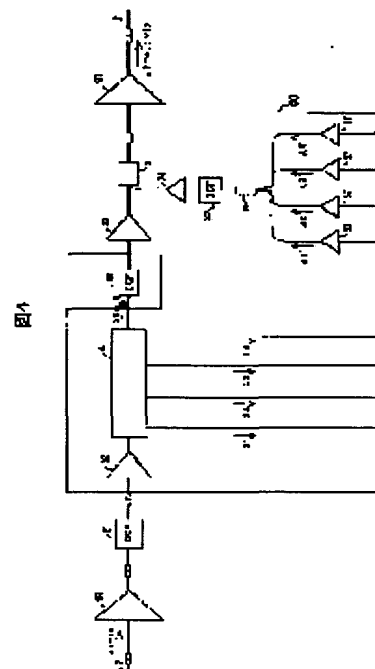
(72)Inventor : MATSUOKA TADASHI
NAKANO TETSUSHI
KOSAKA JUNYA

(54) OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM AND WAVELENGTH MULTIPLEX/ DEMULTIPLEX OPTICAL TRANSMITTER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an optical transmitter that can multiplex/demultiplex optical signals in the unit of wavelengths at a transmission rate of 10 Gbit/s.

SOLUTION: DCFs are provided to have characteristics different from multiplexed wavelengths, demultiplexed wavelengths and through wavelengths without demultiplexing so as to attain a proper dispersion compensation amount. Furthermore, a loss resulting from common use of wavelength demultiplexers and the DCFs is compensated with a plurality of low stimulation optical amplifiers to attain long distance transmission.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

23.04.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-307347

(43)Date of publication of application : 22.11.1996

(51)Int.Cl.

H04B 10/02
H04B 10/18
G02B 6/00
H04J 14/00
H04J 14/02

(21)Application number : 07-105573

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 28.04.1995

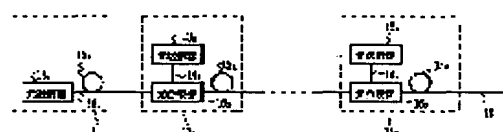
(72)Inventor : NAKATANI SHOGO

(54) WAVELENGTH DISPERSION COMPENSATING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To offset wavelength dispersion generated in signal light of each wavelength subjected to wavelength-multiplexion by a small amt. of a dispersion compensating optical fiber to be used.

CONSTITUTION: Each function block 11 is provided with an optical multiplexer 16, which multiplexes an optical signal outputted from a function block arranged on the right side and an optical signal from an optical transmitter 13 in the function block concerned, and outputs the multiplexed signal through a dispersion compensating optical fiber 15 with a characteristic of the wavelength opposite to that of a transmission line 12. The quantity of wavelength dispersion to be compensated by the fiber 15 from the optical transmitter 13 in each function block up to the transmission line 12 is made to be equal to the quantity of wavelength dispersion generated in the light of each wavelength through the line 12. Consequently the wavelength dispersion in the line 12 can be offset in accordance with the wavelength of an optical signal outputted from each optical transmitter 13. Since the fiber 15 can be also used for the compensation of dispersion for light beams having plural pieces of wavelength by the multiplex of optical signals, the amt. of dispersion compensating optical fibers to be used can be reduced.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.04.1995

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2870448

[Date of registration] 08.01.1999

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-307347

(43)公開日 平成8年(1996)11月22日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 B	10/02		H 0 4 B 9/00	M
	10/18		G 0 2 B 6/00	E
G 0 2 B	6/00		H 0 4 B 9/00	E
H 0 4 J	14/00			
	14/02			

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平7-105573

(22)出願日 平成7年(1995)4月28日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 中谷 正吾

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

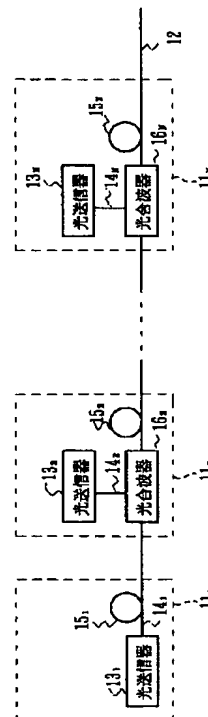
(74)代理人 弁理士 山内 梅雄

(54)【発明の名称】 波長分散補償装置

(57)【要約】

【目的】 波長多重された各波長の信号光に生じる波長分散を少ない使用量の分散補償用光ファイバで相殺できる波長分散補償装置を提供する。

【構成】 各機能ブロック11は光合波器16を備えており、それぞれ右側に配置された機能ブロックからの光信号と自機能ブロック内の光送信器13から出力される光信号を合波した後、伝送路12と波長分散が逆特性の分散補償用光ファイバ15を介して出力される。各機能ブロックの光送信器13から伝送路12に至るまでに分散補償用光ファイバ15で補償する波長分散の量をそれぞれその波長の光に伝送路12で生じる波長分散の量と等しくする。これにより伝送路12での波長分散を各光送信器13の出力する光信号の波長に応じてそれぞれ相殺することができる。また、合波することにより分散補償用光ファイバ15を複数の波長の光の分散補償に共用できるのでその使用量を少なくすることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 互いに中心波長の異なる光信号を出力する複数の光信号出力手段と、
これら光信号出力手段の出力する光信号が所定の伝送路を通じて伝送されたときに生じる波長分散を打ち消すためにこの伝送路と逆特性の波長分散の生じる分散補償用光ファイバと、
前記光信号出力手段ごとに設けられるとともに対応する光信号出力手段から出力される光信号を前記所定の伝送路を通じて伝送したときに生じる波長分散と絶対値の等しい逆特性の波長分散が生じるだけ前記分散補償用光ファイバの一端部から離れた箇所からそれぞれ対応する光信号出力手段の出力する光信号を分散補償用光ファイバに入射する複数の光信号入射手段とを具備することを特徴とする波長分散補償装置。

【請求項 2】 所定の伝送路を通じて伝送されて来る互いに中心波長の異なる複数の光信号の波長多重された波長多重光信号をその一端部から入力するとともに前記伝送路を伝送されることによってこの波長多重光信号に生じた波長分散を打ち消すためにこの伝送路と逆特性の波長分散の生じる分散補償用光ファイバと、
前記波長多重光信号に含まれる互いに中心波長の異なる光信号ごとに設けられ前記伝送路を伝送されることによって対応する中心波長の光信号に生じている波長分散と絶対値の等しい逆特性の波長分散が生じるだけこの分散補償用光ファイバの前記一端部から離れた箇所からそれぞれ対応する中心波長の光信号を抽出する複数の光信号抽出手段と、
これら光信号抽出手段のそれぞれに対応して設けられ抽出された光信号を電気信号に変換する光信号受信手段とを具備することを特徴とする波長分散補償装置。

【請求項 3】 所定の伝送路を通じて伝送されて来る互いに中心波長の異なる複数の光信号の波長多重された波長多重光信号をその一端部から入力するとともに前記伝送路を伝送されることによってこの波長多重光信号に生じた波長分散を打ち消すためにこの伝送路と逆特性の波長分散の生じる分散補償用光ファイバと、
前記波長多重光信号に含まれる互いに中心波長の異なる光信号ごとに設けられ前記伝送路を伝送されることによって対応する中心波長の光信号に生じている波長分散と絶対値の等しい逆特性の波長分散が生じるだけこの分散補償用光ファイバの前記一端部から離れた箇所からそれぞれ対応する中心波長の光信号を抽出する複数の光信号抽出手段と、
これら光信号抽出手段によって抽出された複数の光信号を波長多重する波長多重手段とを具備することを特徴とする波長分散補償装置。

【請求項 4】 前記分散補償用光ファイバは、前記伝送路で生じる最も大きい波長分散を打ち消すだけの長さに設定されていることを特徴とする請求項 1 ないし請求項

3 記載の波長分散補償装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光ファイバを伝送することによって信号光に生じる波長分散を相殺するための波長分散補償装置に係わり、特に波長多重された信号光に生じる波長分散を相殺する波長分散補償装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 光ファイバには、波長の違いによってファイバの伝送時間が異なる性質がある。このため、半導体レーザなどの光源から出力される光を伝送するとその伝送距離に応じて波形が広がってしまう。このような現象は波長分散と呼ばれている。また光ファイバには、零分散波長と呼ばれるその分散が生じない固有の波長が存在する。伝送される信号光の波長が零分散波長と一致していれば伝送距離に係わらず分散は生じない。しかしながら伝送される信号光の波長が零分散波長から外れると、その波長差が大きくなるに従って単位伝送距離当たりに生じる分散量が増加する。また伝送される信号光の波長が零分散波長よりも長いあるいは短いによって波長分散の符号が変わる。

【0003】 分散量が大きくなると信号光の S/N 比（信号対雑音比）が劣化したり、情報の伝送誤りが生じてしまう。このため、長距離伝送や高速変調の伝送する場合には、信号光の波長を零分散波長に一致させ波長分散を少なくする必要がある。

【0004】 一方、光ファイバによる伝送容量を拡大するために、互いに波長の異なる複数の波長の信号光を波長多重して伝送することが行われている。この場合、波長多重されたうちの 1 つの信号光の波長を零分散波長と一致させることはできるが、他の信号光の波長は零分散波長から外れてしまう。そこで、多重化された信号光に生じる波長分散を打ち消すことのできる波長分散補償装置が特開昭 62-18131 号公報において提案されている。

【0005】 図 4 は、従来から使用されている波長分散補償装置の構成の概要を表わしたものである。この波長分散補償装置は、信号光の送信側に設けられており、光ファイバを伝送されることで生じる波長分散とその絶対値が等しく符号が逆の波長分散を波長多重する前の段階で各波長の信号光にそれぞれ与えるようになっている。光送信器 101₁ ~ 101_N の送出する互いに波長の異なる信号光は対応する分散補償用光ファイバ 102₁ ~ 102_N にそれぞれ入力されている。分散補償用光ファイバ 102₁ ~ 102_N から出力される信号光は、これらを波長多重する光合波器 103 に入力されている。光合波器 103 によって波長多重された後の信号光はその長さが L の光ファイバ 104 を伝送される。

【0006】 光送信器 101₁ ~ 101_N の出力する信

号光の波長はそれぞれ波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ になっており、光ファイバ104を距離 L だけ伝送されたときに生じる波

$$T(\lambda_i) = D(\lambda_i) \times L \quad (i=1, 2, \dots, N) \quad (1)$$

ここで、 $D(\lambda_i)$ は、波長 λ_i の信号光が光ファイバ104を単位距離だけ伝搬したときに生じる波長分散の大きさをあらわしている。 $D(\lambda_i)$ は、波長 λ_i と零分散波長との波長差によって異なるので、距離 L だけ伝搬されたときに生じる波長分散の大きさは信号光の波長ごとに異なることになる。

$$D_i(\lambda_i) \times L_i = -T(\lambda_i)$$

ここで $D_i(\lambda_i)$ は、分散補償用光ファイバ102_iを波長 λ_i の光が単位距離だけ伝搬したときに生じる波長分散を、 L_i は分散補償用光ファイバ102_iの長さをそれぞれ表わしている。

【0008】光ファイバ104を伝送されることで生じる波長分散は、波長多重する前の段階で各波長ごとに設けられた分散補償用光ファイバでそれぞれ相殺されるようになっている。ここでは、送信側で波長分散を相殺する波長分散補償装置を示したが、波長分散の相殺を受信側で行うこともできる。この場合には、波長多重された信号光を各波長ごとに波長分割した後、それぞれ分散補償用光ファイバを伝搬させて波長分散を相殺することになる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】特開昭62-18131号公報で開示されている波長分散補償装置では、多重化される信号光ごとにそれぞれ個別に分散補償用光ファイバが必要になる。このため、多重化される信号光の数が増えると分散補償用光ファイバが多量に必要になり、装置が大型化するとともに装置のコストが高くなるという問題がある。

【0010】そこで本発明の目的は、波長多重された各波長の信号光に生じる波長分散を少ない使用量の分散補償用光ファイバで相殺することのできる波長分散補償装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明では、互いに中心波長の異なる光信号を出力する複数の光信号出力手段と、これら光信号出力手段の出力する光信号が所定の伝送路を通じて伝送されたときに生じる波長分散を打ち消すためにこの伝送路と逆特性の波長分散の生じる分散補償用光ファイバと、光信号出力手段ごとに設けられるとともに対応する光信号出力手段から出力される光信号を所定の伝送路を通じて伝送したときに生じる波長分散と絶対値の等しい逆特性の波長分散が生じるだけ分散補償用光ファイバの一端部から離れた箇所からそれぞれ対応する光信号出力手段の出力する光信号を分散補償用光ファイバに入射する複数の光信号入射手段とを波長分散補償装置に具備させている。

【0012】すなわち請求項1記載の発明では、光信号

長分散 $T(\lambda_i)$ はそれぞれ次式で表わされる。

【0007】分散補償用光ファイバ102₁~102_Nで生じる波長分散は、対応する光送信器から出力される信号光が光ファイバ104を距離 L だけ伝搬したときに生じる波長分散とその絶対値が等しく符号が逆になるようにそれぞれ設定されている。これを式で表わすと次式になる。

$$(2)$$

の送信装置側で伝送路で生じる波長分散を予め補償している。この装置では各光信号出力手段から出力される光信号ごとに、その波長の光信号が所定の伝送路を伝送されたときの波長分散を打ち消す逆特性の波長分散が生じるだけその一端部から離れた箇所から分散補償用光ファイバに光信号を入射している。これにより各光信号はその中心波長に応じてそれぞれ波長分散が補償される。また2以上の波長の光信号が伝送される部分では分散補償用光ファイバはこれらの複数の光信号の分散補償に利用できる。

【0013】請求項2記載の発明では、所定の伝送路を通じて伝送されて来る互いに中心波長の異なる複数の光信号の波長多重された波長多重光信号をその一端部から入力するとともに伝送路を伝送されることによってこの波長多重光信号に生じた波長分散を打ち消すためにこの伝送路と逆特性の波長分散の生じる分散補償用光ファイバと、波長多重光信号に含まれる互いに中心波長の異なる光信号ごとに設けられ伝送路を伝送されることによって対応する中心波長の光信号に生じている波長分散と絶対値の等しい逆特性の波長分散が生じるだけこの分散用光ファイバの一端部から離れた箇所からそれぞれ対応する中心波長の光信号を抽出する複数の光信号抽出手段と、これら光信号抽出手段のそれぞれに対応して設けられ抽出された光信号を電気信号に変換する光信号受信手段とを波長分散補償装置に具備させている。

【0014】すなわち請求項2記載の発明では、光信号の受信装置側で伝送路で生じた波長分散を補償している。この装置では、伝送路から入力される光信号の波長に応じてその波長の光信号に生じている波長分散を相殺できるだけ分散補償用光ファイバを伝送された箇所からその光信号を抽出して受信している。これにより、それぞれの中心波長にだけ分散補償用光ファイバを伝送させることができる。また、入力されてから抽出されるまでの部分は、他の波長の光信号の分散補償にも共用されている。

【0015】請求項3記載の発明では、所定の伝送路を通じて伝送されて来る互いに中心波長の異なる複数の光信号の波長多重された波長多重光信号をその一端部から入力するとともに伝送路を伝送されることによってこの波長多重光信号に生じた波長分散を打ち消すためにこの

伝送路と逆特性の波長分散の生じる分散補償用光ファイバと、波長多重光信号に含まれる互いに中心波長の異なる光信号ごとに設けられ伝送路を伝送されることによって対応する中心波長の光信号に生じている波長分散と絶対値の等しい逆特性の波長分散が生じるだけこの分散用光ファイバの一端部から離れた箇所からそれぞれ対応する中心波長の光信号を抽出する複数の光信号抽出手段と、これら光信号抽出手段によって抽出された複数の光信号を波長多重する波長多重手段とを波長分散補償装置に具備させている。

【0016】すなわち請求項3記載の発明では、光信号の中継装置において伝送路で生じた波長分散を補償している。この装置では伝送路から入力される光信号の波長に応じてその波長の光信号に生じている波長分散を相殺できるだけ分散補償用光ファイバを伝送された箇所からそれぞれ光信号抽出した後これらを波長多重している。

【0017】請求項4記載の発明では、分散補償用光ファイバは伝送路で生じる最も大きい波長分散を打ち消すだけの長さに設定されている。

【0018】すなわち請求項4記載の発明では、分散補償用光ファイバは、伝送路で生じる最大の波長分散を補償するのに必要な分だけ用意されている。

【0019】

【実施例】以下実施例につき本発明を詳細に説明する。

【0020】図1は、本発明の一実施例における波長分散補償装置の構成の概要を表わしたものである。この装置は波長分散補償機能を備えた光送信装置であり、伝送用の光ファイバで生じる波長分散を予め送信側で補償するようになっている。この波長分散補償装置は、カスケ

$$T'(\lambda_1) = D_1(\lambda_1) \times L_1 + D_2(\lambda_1) \times L_2 + \dots + D_N(\lambda_1) \times L_N \quad (3_1)$$

$$T'(\lambda_2) = D_2(\lambda_2) \times L_2 + D_3(\lambda_2) \times L_2 + \dots + D_N(\lambda_2) \times L_N \quad (3_2)$$

$$T'(\lambda_i) = D_i(\lambda_i) \times L_i + D_{i+1}(\lambda_{i+1}) \times L_{i+1} + \dots + D_N(\lambda_{i+1}) \times L_N \quad (3_{i+1})$$

$$T'(\lambda_{N-1}) = D_{N-1}(\lambda_{N-1}) \times L_{N-1} + D_N(\lambda_{N-1}) \times L_N \quad (3_{N-1})$$

$$T'(\lambda_N) = D_N(\lambda_N) \times L_N \quad (3_N)$$

ここで、 L_i は分散補償用光ファイバ15_iの長さ、 $D_i(\lambda_j)$ は分散補償用光ファイバ15_iの波長 λ_j における単位長当たりの波長分散をそれぞれ表わしている。

【0023】波長 λ_i の信号光が光ファイバ12を伝搬

$$T'(\lambda_i) = -T(\lambda_i)$$

ただし、図1で左側に配置された機能ブロックから送出される信号光ほど分散補償光ファイバを伝送される距離

ード接続された複数の機能ブロック11₁～11_N（Nは2以上の任意の整数）から構成されている。図中最も右側に配置された機能ブロック11_Nは、所定長の光ファイバ12に接続されている。機能ブロック11₁は、波長 λ_1 の信号光13₁を送出する光送信器14₁と、これから送出される信号光13₁が入力された分散補償用光ファイバ15₁を備えている。機能ブロック11₂～11_Nは、波長 $\lambda_2 \sim \lambda_N$ の信号光14₂～14_Nを出力する光送信器13₂～13_Nと、それぞれ図中で左側に配置された機能ブロックから入力される信号光と光送信器からの信号光とを合波する光合波器16₂～16_Nを備えている。また合波された光はそれぞれ分散補償用光ファイバ15₂～15_Nに入力されている。

【0021】機能ブロック11₁の光送信器13₁から出力される信号光14₁は、分散用補償用光ファイバ15₁～15_Nを全て伝搬することになる。左から2番目に配置された機能ブロック11₂光送信器13₂から出力される信号光14₂は、分散用光ファイバ15₂～15_Nを伝搬する。左からi番目の機能ブロック11_iの光送信器13_iから出力される信号光14_iは、分散補償用光ファイバ15_i、15_{i+1}……15_Nを伝搬する。したがって、図中左側に配置された機能ブロックの光送信器から送出される信号光ほど光ファイバ12に入力されるまでに生じる補償用の波長分散の量が多くなっている。

【0022】波長 λ_i の信号光が光送信器13_iから光ファイバ12に入力されるまでに生じる波長分散 $T'(\lambda_i)$ はそれぞれ次式で表わされる。

することによって生じる波長分散をそれぞれ $T(\lambda_i)$ とする。このとき次式の関係が成立すれば各波長において光ファイバ12で生じる波長分散を分散補償用光ファイバ15によって相殺することができる。

$$(4)$$

が長くなるので、各波長分散の大きさは次式の関係になる。

$$|T'(\lambda_{i+1})| > |T'(\lambda_i)| \quad (5)$$

また、 $T'(\lambda_i) = -T(\lambda_i)$ の関係から光ファイバ 12 における波長分散の大きさは次式の関係を満たす。

$$|T(\lambda_{i+1})| > |T(\lambda_i)| \quad (6)$$

【0024】このように、光ファイバで生じる波長分散を相殺するだけの逆符号の波長分散が生じる位置でそれぞれの波長の信号光を分散補償用光ファイバを伝搬する信号光と合波している。すなわち、1本の分散補償用光ファイバに対して、中心波長に応じて異なる位置から各信号光を入射することによりそれぞれの波長に応じた分散補償を行っている。このため、分散補償用光ファイバ 15 は光ファイバ 12 で生じる最も大きな波長分散を相殺できるだけ用意すれば良く、分散補償用光ファイバの使用量を低減することができる。

【0025】第1の変形例

【0026】図2は、本発明の第1の変形例における波長分散補償装置の構成の概要を表わしたものである。この装置は波長分散補償機能を備えた光受信装置であり、伝送路で生じた波長分散を受信側において補償している。この光受信装置は、多重化された中から1つの波長の信号光を抽出してそれぞれ受信するカスケード接続された機能ブロック 21₁ ~ 21_N から構成されている。図中で最も左側に配置された機能ブロック 21_N には、光ファイバ 22 が接続されている。光ファイバ 22 を通じて伝送されてくる信号光は、波長 λ_1 、 $\lambda_2 \dots \lambda_N$ の N 個の信号光が波長多重された波長多重光信号である。波長多重光信号は各機能ブロックで1波長分の信号光が分離抽出されながら順次最も右側の機能ブロック 21₁ まで伝送される。

【0027】機能ブロック 21_N は、光ファイバ 22 からの信号光が入力された分散補償用光ファイバ 23_N と、これを通過後の信号光を2分岐する光分岐器 24_N を備えている。分岐されたうちの一方の信号光は光狭帯域フィルタ 25_N に入力されている。光狭帯域フィルタ 25_N はその通過中心波長が λ_N に設定されており、波長多重光信号の中から波長 λ_N の信号光だけを分離抽出するようになっている。抽出された波長 λ_N の信号光は光受信器 26_N に入力されている。光受信器 26_N は、受信した信号光の強度に応じた電気信号を出力する回路部分である。

【0028】光分岐器 24_N で分岐されたうちの他方の信号光は、隣接する機能ブロック 21_{N-1} に入力される。機能ブロック 21_{N-1} ~ 21₂ は機能ブロック 21_N と同様に、それぞれ分散補償用光ファイバ 23_{N-1} ~ 23₂ と、光分岐器 24_{N-1} ~ 24₂ と、光狭帯域フィルタ 25_{N-1} ~ 25₂ と、光受信器 26_N から構成されている。ただし、右から i 番目の機能ブロック 21_i の光狭帯域フィルタ 25_i の通過中心波長はそれぞれ波長 λ_i に設定されている。したがって、右から i 番目の機

能ブロック 21_i は波長 λ_i の信号光をそれぞれ分離抽出するようになっている。

【0029】図中最も右側に配置された機能ブロック 21₁ は、分散補償用光ファイバ 23₁ とその通過中心波長が λ_1 である光狭帯域フィルタ 25₁ および光受信器 26₁ とから構成されている。この機能ブロックは最終段であり信号光を分岐して次段に送る必要がないので、光分岐器は備えていない。

【0030】右から i 番目に配置された機能ブロックで分離抽出されて受信される信号光は、分散補償用光ファイバ 23_N、23_{N-1} ~ 23₁ によって分散補償が行われる。すなわち、右側に配置された機能ブロックで受信される信号光ほど多くの分散補償を受けることになる。光受信装置においても (3) 式、(4) 式および (5) 式の関係が成立するように各機能ブロックにおける分散補償用光ファイバを設定すれば、多重化されている全ての波長の信号光における波長分散を相殺することができる。

【0031】この光受信装置では光ファイバ伝送路において生じる波長分散を補償する際に、1本の分散補償用光ファイバから、その中心波長に応じて異なる位置でそれぞれの信号光を取り出すことにより波長に対応した大きさの分散補償を行っている。このように、1本の分散用光ファイバを複数の信号光の分散補償のために共用しているので、分散補償用光ファイバの使用量を少なくすることができる。

【0032】第2の変形例

【0033】図3は、本発明の第2の変形例における波長分散補償装置の構成の概要を表わしたものである。この装置は分散補償機能を備えた光中継装置である。この光中継装置は、それぞれの波長の光を波長分散が補償される箇所から抽出するための機能ブロック 31₁ ~ 31_N と、抽出された信号光を再び波長多重する光合波器 32 とから構成されている。機能ブロック 31_N は、光ファイバ 33 と接続されている。機能ブロック 31_N には、光ファイバ 33 からその波長が λ_1 、 $\lambda_2 \dots \lambda_N$ の N 個の信号光が波長多重された波長多重光信号が入力されている。機能ブロック 31_N は、分散補償用光ファイバ 34_N と、光分岐器 35_N と、分岐されたうちの一方の信号光が入力されたその通過中心波長が λ_N の光狭帯域フィルタ 36_N とから構成されている。

【0034】機能ブロック 31_{N-1} ~ 31₂ も同様の構成である。ただし、図中の右から i 番目の機能ブロック 31_i の光狭帯域フィルタ 36_i はその通過中心波長が λ_i になっており、波長 λ_i の信号光を分離抽出するようになっている。各機能ブロックの光分岐器 31_N ~ 31₂ で分岐されたうちの他方の信号光は、その右側に配置された次段の機能ブロックの分散補償用光ファイバにそれぞれ入力されている。最も右側に配置された機能ブロック 31₁ は、分散補償用光ファイバ 34₁ とその通

過中心波長が λ_i である光狭帯域フィルタ36_iとから構成されている。各機能ブロックで分離抽出された信号光は光合波器32に入力されている。ここで波長多重が行われ、光ファイバ37に送出される。

【0035】図中で右から*i*番目に配置された機能ブロック31_iで分離抽出される信号光は、分散補償用光ファイバ34_N、34_{N-1}…34_iによって分散補償が行われる。すなわち、右側に配置された機能ブロックで抽出される信号光ほど多くの分散補償を受けることになる。光中継装置においても(3)式、(4)式および(5)式の関係が成立するように各機能ブロックにおける分散補償用光ファイバを設定すれば、多重化されている全ての波長の信号光における波長分散を相殺することができる。

【0036】この光中継装置では分散補償用光ファイバを通過させるごとにその箇所まで丁度伝送路での波長分散が補償のされた波長の信号光を抽出するとともに、他の波長の信号光を次の段に入力している。これは、1本の分散補償用光ファイバから、中心波長に応じて異なる位置で信号光を取り出して分散補償を行っていることと等価である。このように1本の分散補償用光ファイバを複数の波長の信号光の分散補償に共用しているので、分散補償用光ファイバの使用量を少なくすることができる。

【0037】以上説明した実施例および第1、第2の変形例では、分散補償用光ファイバの分散特性が抽出点や分岐点あるいは合波される箇所ごとに異なるものを使用しているが、同一の分散特性であってもよい。但し、伝送される各信号光に伝送路用の光ファイバで生じる波長分散とその符号が逆の波長分散を生じなければならぬ。一般的な光ファイバでは、零分散波長よりも伝搬する信号光の波長が長くなると正の波長分散が生じ、零分散波長よりも伝搬する信号光の波長が短くなると負の波長分散が生じる。従って、伝送路用の光ファイバと分散補償用光ファイバで生じる波長分散の符号を逆にするためには、伝送される信号光の波長は伝送路用光ファイバの零分散波長と、分散補償用光ファイバの零分散波長の間の帯域に設定される。

【0038】また、実施例および第1、第2の変形例ではそれぞれ1箇所では波長分散を補償するようにしたが、光伝送システムの複数箇所では伝送路における波長分散を補償するようにしてもよい。たとえば、実施例で示した光送信装置と第1の変形例で示した光受信装置を組み合わせ、波長分散を補償するようにしてもよい。この場合には、伝送系全体における波長分散を光送信装置および光受信装置によって補償すればよく、その補償の割合は任意でよい。また第2の変形例の光中継装置を伝送路中の複数箇所に配置してもよい。さらに、第2の変形例で示した光中継装置を実施例で示した光送信装置および第1の変形例で示した光受信装置と組み合わせ、システ

ム全体の波長分散を補償するようにしてもよい。この場合、(3)式の $D_i(\lambda)$ 、 L_i ($i=1\sim N$)は任意の1つの光中継装置におけるパラメータであり、 T

(λ)はその光中継装置を除く光ファイバ伝送路の全波長分散を表わすことになる。すなわち、他の光中継装置、光送信装置、光受信装置を含む光ファイバ伝送路の全波長分散が補償の対象になる。

【0039】

【発明の効果】このように請求項1記載の発明によれば、各光信号出力手段から出力される光信号ごとに、その波長の光信号が所定の伝送路を伝送されたときの波長分散を打ち消す逆特性の波長分散が生じるだけその一端部から離れた箇所から分散補償用光ファイバに光信号を入射している。これにより波長多重される光信号の中心波長に応じて伝送路で生じる波長分散をそれぞれ適切に相殺することができる。また複数の光信号の分散補償に1本の分散補償用光ファイバの一部を共用しているので、各波長ごとに分散補償用光ファイバを用意する場合に比べて、その使用量を少なくすることができる。

【0040】また請求項2記載の発明によれば、伝送路から入力される光信号の波長に応じてその波長分散を相殺できるだけ分散補償用光ファイバを伝送された箇所からそれぞれその波長の光信号を抽出して受信している。これにより、光受信装置において各光信号の中心波長に応じてその波長分散を適切に相殺することができる。また入力されてから抽出されるまでの部分は、他の波長の光信号の分散補償にも分散補償用光ファイバが共用されるので、その使用量を少なくすることができる。

【0041】さらに請求項3記載の発明によれば、伝送路から入力される光信号の波長に応じてその波長分散を相殺できるだけ分散補償用光ファイバを伝送された箇所からそれぞれその波長の光信号を抽出した後これらを合波して送出している。これにより、光中継装置において各光信号の中心波長に応じてその波長分散を適切に相殺することができる。また入力されてから抽出されるまでの部分は、他の波長の光信号の分散補償にも分散補償用光ファイバが共用されるので、その使用量を少なくすることができる。

【0042】また請求項4記載の発明によれば、伝送路で生じる最大の波長分散を打ち消すのに必要な分だけ分散補償用光ファイバを用意したので、その使用量を最小限にすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例における波長分散補償装置の構成の概要を表わしたブロック図である。

【図2】第1の変形例における波長分散補償装置の構成の概要を表わしたブロック図である。

【図3】第2の変形例における波長分散補償装置の構成の概要を表わしたブロック図である。

【図4】従来から使用されている波長分散補償装置の構

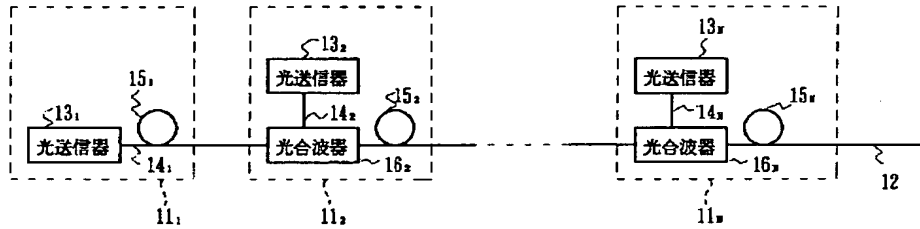
成の概要を表わしたブロック図である。

【符号の説明】

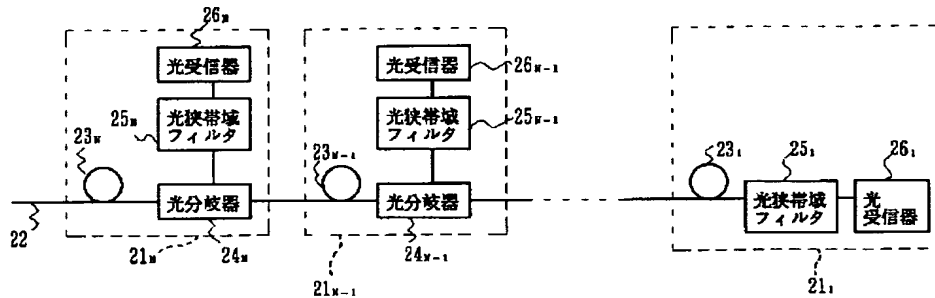
12、22、33、37 伝送路用光ファイバ
13 光送信器
15、23、34 分散補償用光ファイバ

16、32 光合波器
24、35 光分岐器
25、36 光狭帯域フィルタ
26 光受信器

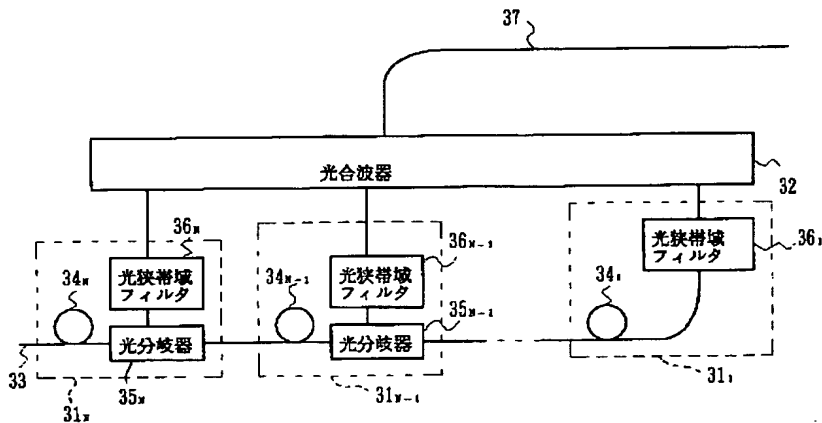
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

